

## MOBILE COMMUNICATION SYSTEM BASE STATION SYNCHRONIZING METHOD

Publication number: JP6334593 (A)

Also published as:

Publication date: 1994-12-02

JP3250762 (B2)

Inventor(s): SUZUKI HIROSHI

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- international: H04B7/26; H04Q7/36; H04B7/26; H04Q7/36; (IPC1-7): H04B7/26; H04B7/26

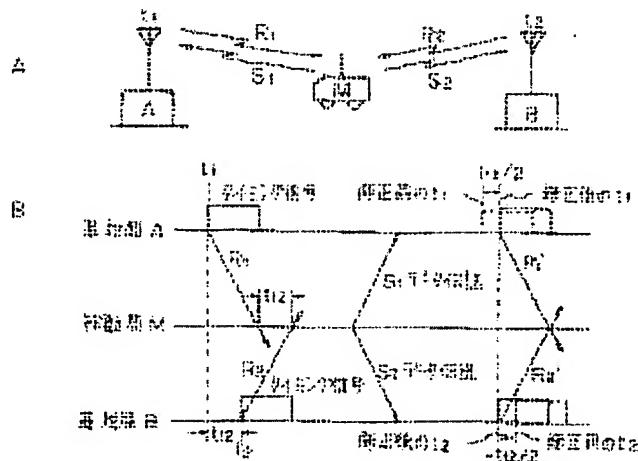
- European:

Application number: JP19930119924 19930521

Priority number(s): JP19930119924 19930521

### Abstract of JP 6334593 (A)

PURPOSE: To easily establish frame timing synchronization between base stations in a mobile communication system, based upon autonomous decentralized control, without requiring any special facilities. CONSTITUTION: A mobile machine M interposed in the middle between the base stations A and B receives both a sent wave R1 sent from the base station A at the time t1 and a sent wave R2 sent from the base station B at the time t2, detects the reception timing difference t12 of R2 from R1, and sends the timing difference t12 to the base stations A and B through radio lines S1 and S2. The base station A delays the transmission timing of a sent signal R1' by  $\mu t_{12}$  and the base station B advances the transmission timing of a sent signal R2' by  $\mu t_{12}$ , where  $\mu$  is a positive value.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-334593

(43)公開日 平成6年(1994)12月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 04 B 7/26

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

104 A 7304-5K

N 9297-5K

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全6頁)

(21)出願番号

特願平5-119924

(22)出願日

平成5年(1993)5月21日

(71)出願人 392026693

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72)発明者 鈴木 博

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・

ティ・ティ移動通信網株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 阜 (外1名)

(54)【発明の名称】 移動通信システム基地局同期法

(57)【要約】

【目的】 自律分散制御を基本とする移動通信システムで、特別な設備を必要とせず簡単に基地局間のフレームタイミング同期を確立する。

【構成】 基地局A、Bの中間に在る移動機Mで、基地局Aから時刻 $t_1$ に送信した送信波 $R_1$ と、基地局Bから時刻 $t_2$ に送信した送信波 $R_2$ とを受信し、その $R_1$ に対する $R_2$ の受信タイミング差 $t_{12}$ を検出し、タイミング差 $t_{12}$ を無線回線 $S_1$ 、 $S_2$ で基地局A、Bへ送信する。 $\mu$ を正の値として、基地局Aでは送信信号 $R_1'$ の送信タイミングを $\mu t_{12}$ だけ遅らせ、基地局Bでは送信信号 $R_2'$ の送信タイミングを $\mu t_{12}$ だけ進ませる。

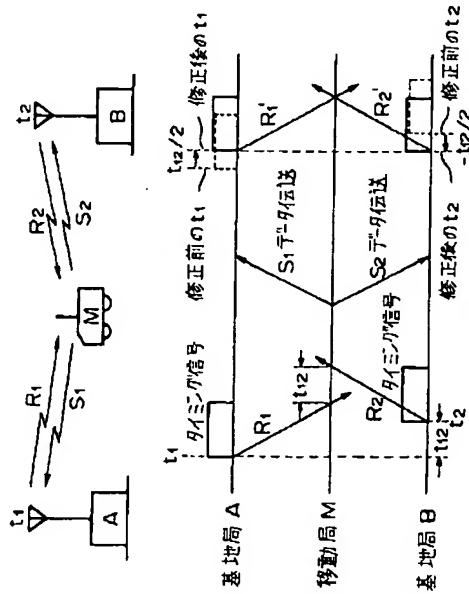


図1 A

B

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動機で複数の基地局からの信号を受信してこれら基地局間の送信タイミングの差分を測定し、その測定した送信タイミング差分を上記複数の各基地局へデータ伝送し、上記複数の各基地局で上記伝送された送信タイミング差分のデータをもとにその送信タイミング差分の絶対値が小さくなるようにその基地局の送信タイミングを修正して上記複数の基地局の送信タイミングの同期を確立させることを特徴とする移動通信システム基地局同期法。

【請求項2】 上記基地局中の1乃至複数はマスタ基地局とし、マスタ基地局の送信タイミング周波数を基準局からの送信タイミング周波数に一致させ、

このマスタ基地局は上記伝送された送信タイミング差分のデータをもとにその基地局の送信タイミングの位相のみを修正することを特徴とする請求項1記載の移動通信システム基地局同期法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、多数の基地局を有する移動通信システムにおいて、基地局間のフレームタイミング同期を簡易に確立する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 移動通信の発展に伴って、デジタル信号を伝送するシステムが形成され、多様かつ高品質なサービスが可能になりつつある。これらのシステムを高性能に動作させるためには、基地局間の送信信号におけるフレームタイミングを同期させる必要がある。以下では、フレームタイミングを単にタイミングとして記述する。基地局間にまたがるチャネル切替を行なうときにタイミングが同期していると次のような利点がある。すなわちチャネル切り替え直後には、タイミング同期がないと新しい基地局のフレームに再同期する必要があるが、もともと基地局間のタイミングが同期していれば、

(i) 再同期の処理が不要である、(ii) 再同期の時間が必要ないので時間的に連続した受信が可能である。

【0003】 従来の移動通信システムでは基地局間のタイミング同期は正確には行なわれていない。階位の高い基地局との間に有線回線が接続されている基地局群は、この高い階位の基地局のフレームタイミングに同期しているが、その回線長が基地局ごとに異なり、しかも不明の場合が多い。さらに、この長さは保守、回線異常等の回線切替などで変動するので、基地局間のタイミングは数十μs～数msの範囲で不定である。この変動範囲は数k～数十kb/sの伝送では数シンボル、数百kb/s以上では数十シンボルに及ぶことになる。したがって、移動局では基地局間チャネル切替における再同期処理は不可欠であった。このようなシステムを改善するために、以下に示す2つの方法が考案されている。

## 【0004】 第1の方法 (Y. Akaiwa, H. An

50

2

doh and T. Kohama, "Autonomous decentralized inter-base-station synchronization for TDMA microcellular systems", Proc. IEEE. VTC, p. 257-262, 1991.) は、図4Aに示すように、基地局が相互の送信波を受信し、そのタイミング差を補正するものである。同図では3つの基地局A, Bが、相互の送信波U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>を受信し、基地局B, Cが相互の送信波U<sub>3</sub>, U<sub>4</sub>を受信している。A局はB局からの送信波U<sub>2</sub>を受信し、ユニークワードを検出してそのタイミングからB局のタイミングを知ることができるので、自局(A局)とB局とのタイミングの差分を検出できる。一方、B局はA局からの送信波U<sub>1</sub>を受信し、同様にして自局(B局)とA局とのタイミングの差分を検出する。これらのタイミングの差分をもとにその差分が小さくなるように自局のタイミングを補正すれば両局が同期する。B局とC局の間でも同様な処理により、これら2つの局が同期する。このような操作を繰り返すことにより、システム全体、すなわちこの例では3つの基地局を同期させることができる。

【0005】 この方法では、検出された他局のタイミングは基地局間の距離に応じて遅延しているので、この遅延時間を補正するために距離補正が必要である。しかしながら、この距離は地図上の距離ではなく、電波伝搬路上の距離であるから、その値を正確に知ることは難しい。また、基地局送信波の周波数帯と基地局受信波の周波数帯は一般に異なっており、基地局に他の基地局送信波を受信する設備はない。したがって、隣接基地局からの送信波を受けるためのアンテナ、共用器、および通常の基地局用受信機ではなく移動局用受信機と同じものを特別に設置する必要がある。このようにして受信したとしても、一般に基地局は互いの送信波が干渉しないように離して設置してあるので、他の基地局からの信号レベルは低く、タイミング測定の精度が悪くなる。

【0006】 第2の方法(守倉正博、加藤修三、"TDMA-TDD通信システムにおけるTDMAフレーム同期方式の一検討"、信学秋全大、B-279, 1992.) は、図4Bに示すように、第1の方法と同様に互いの送信波を受信してタイミング差を検出するが、相互間距離を知っている必要がない。そのかわり、同図に示すように局Aと局B間に回線C<sub>1</sub>が、局Bと局C間に回線C<sub>2</sub>がそれぞれ設定されており、自局(A局)で測定されたタイミング差をB局に回線C<sub>1</sub>でデータ伝送する。また、B局で検出されたタイミング差をA局に回線C<sub>2</sub>でデータ伝送する。各局では自局で検出されたタイミング差と、相手局で検出されたタイミング差が同一になるように、自局のタイミングを制御する。

【0007】 この方法においても、相手局の送信波を受信するための移動局用受信機を特別に設置する必要があ

る。また、基地局間でタイミング差の情報をやりとりするためのデータ回線の設置が必要である。このデータ回線は、一般に階位の高い基地局を介して行なうことができるが、そのためのプロトコルを設ける必要がある。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、伝送特性の高品質化のためにには基地局間のフレーム同期は不可欠であるが、その際に、(i) 基地局に特別な設備が不要であることが望ましい。さらに、将来は基地局数が膨大となり、集中制御が困難になることが予想され、自律分散的な制御が導入されると考えられる。このとき、(ii) 新しい置局などで状況が変化したとしても、適応的に新しい状況に対応できること、(iii) シンプルなアルゴリズムで安定性が良いこと、などが要求される。

【0009】この発明は、自律分散制御を基本とする移動通信システムにおいて、特別な設備を必要とせずに簡単に基地局間のフレームタイミング同期を確立する方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明では、移動局で複数の基地局からの信号を受信してこれら基地局間の送信タイミングの差分を検出し、その検出した送信タイミング差分をこれら各基地局と移動局の間にすでに存在する各無線回線を用いて各基地局へデータ伝送し、各基地局ではその伝送された送信タイミング差分の絶対値が小さくなるようにその基地局の送信タイミングを制御する。

【0011】請求項2の発明では、請求項1の発明において、基地局中の1つ乃至複数のものはマスタ基地局とし、その送信タイミングの周波数を、基準局からの周波数精度が高い送信タイミングに一致させ、移動局から伝送された送信タイミング差分にもとづく修正は位相のみ行う。この場合基準局はマスタ基地局を兼ていてもよく、その場合は、そのマスタ基地局は基準局であるから送信タイミング差分にもとづく位相修正も行わないことになる。

【0012】この発明の方法によれば、(i) 基地局間距離を知る必要がない、(ii) 基地局が他の基地局の送信波を受信するための設備を必要としない、(iii) 基地局間のタイミング情報をデータ伝送する特別な設備を必要としない、効果が得られる。

#### 【0013】

【実施例】請求項1の発明の実施例を図1Aに示す。移動通信システムには本来は多数の基地局があるが、同図にはそれらのうち任意に選んだ隣接する2つの基地局A、Bを示している。移動局Mは基地局Aと基地局Bの送信波R<sub>1</sub>とR<sub>2</sub>を受信できるものとし、これら送信波R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>を受信してその送信タイミングの差を測定する。CDMA(符号分割多元接続)では、受信機における

逆拡散によりこれら2つの送信波の受信タイミング差が2つのパルスの時間差として得られる。またTDM A、FDMAなどでは時間的にシリアルに受信して送信タイミング差を測定する。例えば、先ず送信波R<sub>1</sub>を受信してそのフレームと移動局Mのフレームとの差を測定し、次に送信波R<sub>2</sub>を受信してそのフレームと移動局Mのフレームとの差を測定し、これら両フレーム差の差をとって送信タイミング差を得る。このシリアル受信してタイミングを測定している間、それぞれのタイミングは大きく変動しないとする。すなわち、基地局Aと基地局Bのそれぞれのタイミングt<sub>1</sub>とt<sub>2</sub>は変化しないとする。このようにして測定された基地局AとBのタイミング差を、移動局Mと基地局A及びBとの各間に設定されている無線回線を使って、移動局Mから基地局AとBへそれぞれデータ伝送S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>を行なう。

【0014】移動局Mは一般に多数あり、基地局A近傍、基地局B近傍、および基地局AとBの中間地点などに分布している。基地局A、B間の距離しが短いマイクロセルでは、移動局の位置がタイミング検出の精度に及ぼす影響は無視できる。しかし、セル半径が大きくなると移動局の位置によってはタイミング検出の誤差は無視できなくなる。その場合には両局からの受信レベルがほぼ同一になる移動局、または基地局間チャネル切替を行なう移動局がデータ伝送したタイミング差分の検出をもとに基地局は同期制御を行なう。この方法ではチャネル切替制御の時に行なうプロトコルにデータ伝送S<sub>1</sub>とS<sub>2</sub>を行なうシーケンスを挿入すれば回線使用効率が良くなる。その他にも、受信レベルの差に応じて検出されたタイミング差分を補正する方法も考えられる。このようにタイミング検出を行なう移動機を上述した条件によって限定するとタイミング差分のデータが減少するので、制御の時定数を長くして、多数のデータの平均処理をしたタイミング差情報をもとにして制御を行う必要がある。

【0015】具体的な動作を図1Bに示す。上段は基地局Aのシーケンス、下段は基地局Bのシーケンス、中段は移動局Mのシーケンスである。この図では移動局Mは2つの基地局A、Bの中間に位置しているとする。まず、時刻t<sub>1</sub>にタイミング信号が基地局Aから送信波R<sub>1</sub>により送信され、移動局Mが送信波R<sub>1</sub>を受信する。時刻t<sub>1</sub>から時間t<sub>12</sub>だけ遅延した時刻t<sub>2</sub>に基地局Bからタイミング信号が送信波R<sub>2</sub>により送信される。送信波R<sub>2</sub>は送信波R<sub>1</sub>より時間t<sub>12</sub>だけ遅延して移動局Mで受信される。移動局Mは、この受信タイミングの差分t<sub>12</sub>を検出する。ただし、移動局Mで受信された2つのタイミング信号には基地局Aのものと基地局Bのものを識別できるものとする。また、時間t<sub>12</sub>は送信波R<sub>1</sub>に対する送信波R<sub>2</sub>の遅れ時間を正の値にとるものとする。次に移動局Mは検出されたタイミング差分t<sub>12</sub>を送信波S<sub>1</sub>とS<sub>2</sub>を用いて基地局AとBにそれぞれ送信す

る。

【0016】基地局AとBはこの送信波 $S_1$ と $S_2$ の情報をもとにして自局のタイミングを修正する。たとえば、基地局Aでは $\mu$ を $0 < \mu \leq 1/2$ の値として $\mu t_{12}$ だけ送信タイミングを遅延させる。図1Bでは $\mu = 1/2$ とした例を示している。同様にして、基地局Bでも送信タイミングを同様に修正する。ただし、基地局Bでは $-\mu t_{12}$ の修正、すなわちタイミングを前の方に修正する。修正されたタイミングで送信された送信波 $R'_1$ と $R'_2$ が移動局Mで受信されると、図1Bに示すように $\mu = 1/2$ では1回で受信タイミングを一致させることができる。 $\mu$ を $1/2$ 以下の正值とすれば、上述の操作を複数回繰り返すことによりタイミングを一致させることができる。タイミングが収束するまでの時定数はほぼ $\mu$ に逆比例している。 $\mu$ が小さいと収束に時間を要するが、タイミング検出に誤差があった場合でも、多数の平均をとることになるので収束の精度が良くなる。

【0017】以上のような修正において、タイミング差 $t_{12}$ が正の値となる場合には常に基地局Bのタイミングの周波数に比べて基地局Aの周波数の方が高いことを示している。逆にタイミング差 $t_{12}$ が常に負の値となる場合には基地局Aの周波数の方が低いことを示している。このような場合には、タイミング位相だけでなく、さらに基地局AとBのタイミング周波数を修正することにより、一層安定した同期が確立する。これは位相同期ループ(PLL)の2次ループの動作と原理が同じである。

【0018】以上のような原理に基づいて計算機シミュレーションを行なった結果を図2Aに示す。このシミュレーションでは、各基地局のタイミング周波数は公称周波数 $f_0$ に一致しているとしている。この図ではn番目の基地局のタイミング $t_n$ を $f_0$ で正規化した位相 $\phi_n = f_0 t_n$ でタイミング位相を表している。各 $\phi_n$ が、それぞれの初期値の平均値に収束していく様子が表されている。

【0019】各基地局のタイミング周波数 $f_n$ が分布しているときには、その分布の平均周波数 $f_0' = \langle f_n \rangle$ 、ただし $\langle \cdot \rangle$ は集合平均、を用いて $t_n$ を正規化してグラフを作ると図2Aのようになる。しかしながら、公称周波数 $f_0$ で正規化してグラフを描くと図2Bのようになる。 $\Delta f = f_0' - f_0$ で平均位相がドリフトしており、 $\Delta t$ の間に $\Delta \phi = \Delta f \Delta T$ の位相が変化し

ている様子が表されている。

【0020】上述したドリフトを防ぐための請求項2の発明の実施例を図3に示す。この図の基準局Kには公称周波数 $f_0$ の精度の高い発振器が設置されている。基準局Kはマスタ基地局PとQへ、この周波数精度の高いタイミング信号を送出している。マスタ基地局PとQは、他の基地局とのタイミングの差分でタイミング位相の修正は行なうが、タイミング周波数については修正を行なわずに、基準局Kのタイミングに合わせる。その他の従属基地局は図1に示した実施例と同様に動作する。このようにすると、タイミング位相は基地局相互関係から修正されるが、タイミング周波数は基準局Kに従属することになる。したがって、公称周波数 $f_0$ で正規化した位相を用いても図2Aに示したような特性が得られる。基準局Kは1つのマスタ基地局を兼ねていてもかまわない。また、基準局Kの発振器周波数精度が十分に高ければ、独立の高精度発振器を各マスタ基地局に設置してもかまわない。

### 【0021】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、特別な装置を設置することなく、容易に移動通信システムの基地局を同期させることができる。基地局間の同期により、TDMAなどでは基地局間チャネル切替における処理が軽減される。処理の軽減は移動機の低消費電力化に有効である。また、伝送特性の面から見ても、

(i) チャネル切替をしてもデータ伝送が連続的に行なえる、(ii) TDD(Time Division Duplex)においては、同期により干渉が軽減するのでシステムの容量が大幅に増大する、(iii) CDMAにおいてサイトダイバーシティ、ソフトハンドオーバーなどの性能が向上する、などの利点がある。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】Aは請求項1の発明の実施例を示すブロック図、Bは動作原理を説明するためのタイムチャートである。

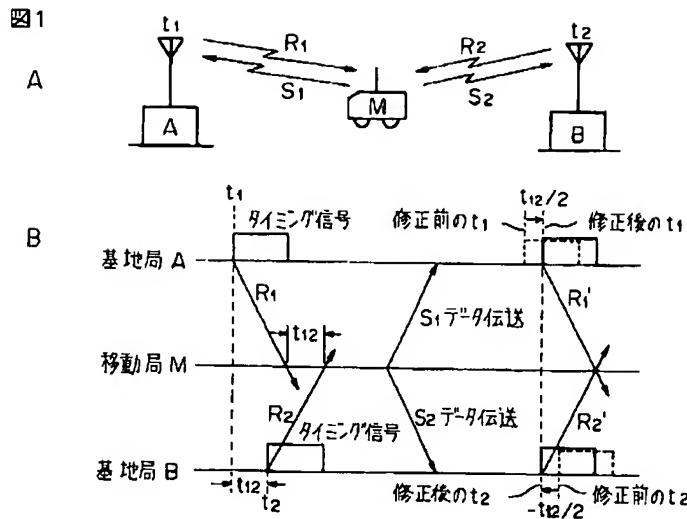
【図2】Aは各基地局のタイミング周波数が公称値のときの特性例を示す図、Bは基地局のタイミング周波数の平均値が公称値と一致しない時の特性例を示す図である。

【図3】請求項2の発明の実施例を示すブロック図。

【図4】従来の基地局同期法を示すブロック図。

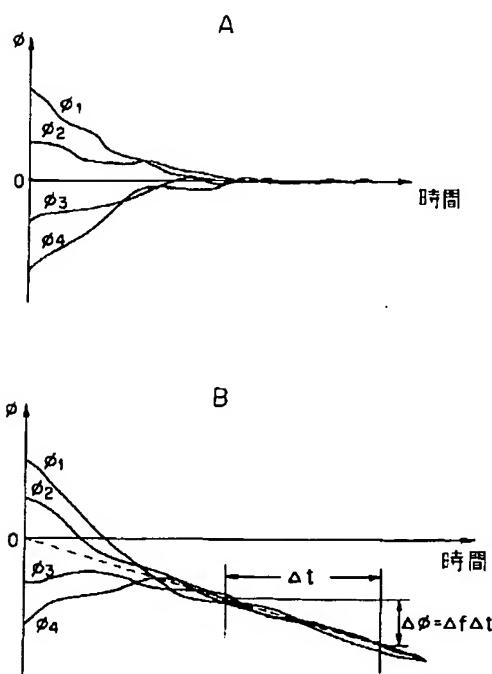
【図1】

図1



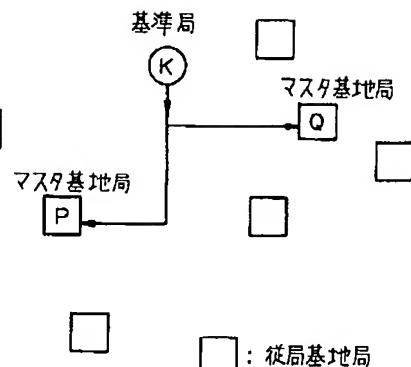
【図2】

図2



【図3】

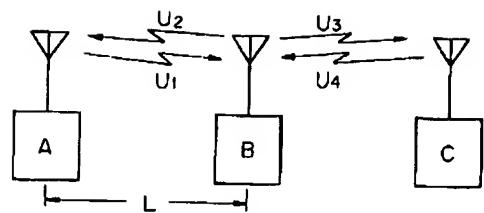
図3



【図4】

図4

A



B

